

Penggunaan Pohon Keputusan dalam Memilih Jenis Vaksin COVID-19 di Indonesia

Taufan Fajarama Putrawansyah Ruslanali - 13520031¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13520031@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—COVID-19 belum juga selesai sampai akhir tahun 2021. Meskipun demikian, laju penyebaran pandemi mulai menurun seiring gencarnya program vaksinasi nasional. Indonesia menggunakan beberapa jenis vaksin yang memiliki syarat dan ketentuan yang berbeda. Ada vaksin yang dapat diberikan untuk ibu hamil, ada pula yang tidak bisa, begitu juga dengan batasan umur. Dengan menggunakan konsep matematika diskrit, penulis menyusun makalah ini dengan harapan masyarakat dapat mengetahui vaksin mana saja yang dapat diterima sesuai keadaan pada pohon keputusan. Melalui makalah ini, penulis berharap target vaksinasi dapat tercapai dan pandemi dapat segera berlalu.

Kata Kunci—COVID-19, Graf, Pohon Keputusan, Vaksin.

I. PENDAHULUAN

Coronavirus disease (COVID-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Virus ini dapat menyebar dari mulut atau hidung orang yang terinfeksi dalam partikel cairan kecil ketika mereka batuk, bersin, berbicara, atau bernapas. Seseorang dapat terinfeksi dengan berada di dekat orang yang memiliki COVID-19, atau dengan menyentuh permukaan yang terkontaminasi dan kemudian menyentuh mata, hidung, atau mulut. Kebanyakan orang yang terinfeksi akan mengalami gangguan pernapasan ringan hingga sedang dan sembuh tanpa memerlukan perawatan khusus. Namun, beberapa orang akan menjadi sakit parah dan memerlukan perawatan medis. Orang yang lebih tua dan mereka yang memiliki kondisi medis bawaan (komorbid) seperti penyakit kardiovaskular, diabetes, penyakit pernapasan kronis, atau kanker lebih mungkin untuk bergejala berat [1].

COVID-19 sudah memasuki Indonesia sejak konfirmasi kasus pertama pada 2 Maret 2020. Sejak awal hingga pertengahan Desember 2021, telah muncul sekitar 4,26 juta kasus positif dan 144 ribu meninggal dunia. Puncaknya pada bulan Juli-Agustus 2021 (setelah Indonesia melewati masa Hari Raya Idul Fitri) di mana kasus positif harian dapat mencapai 50 ribu kasus. Salah satu usaha pemerintah untuk meredam kasus COVID-19, selain mengimbau masyarakat untuk melakukan 3M (Mencuci tangan, Memakai masker, dan Menjaga jarak dengan kerumunan), adalah dengan menyediakan layanan vaksinasi masyarakat untuk mencapai *herd immunity* (kekebalan komunitas). *Herd immunity* adalah bentuk perlindungan tidak langsung pada suatu komunitas dari penyakit menular yang dapat dicapai ketika mayoritas dari komunitas tersebut kebal

terhadap infeksi, baik melalui infeksi sebelumnya atau melalui vaksinasi sehingga mengurangi kemungkinan infeksi bagi individu yang lebih rentan.



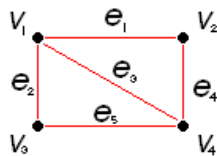
Gambar 1. Data Vaksinasi COVID-19 di Indonesia per Tanggal 11 Desember 2021 (sumber: vaksin.kemkes.go.id)

Dalam rangka mencapai *herd immunity*, Pemerintah Indonesia menargetkan 70 persen dari masyarakat Indonesia (208.265.720 jiwa) mengikuti program vaksinasi nasional yang dimulai secara bertahap sejak awal tahun 2021. Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada 11 Desember 2021, sekitar 70 dari 100 sasaran vaksinasi sudah mendapatkan 1 dosis vaksin [2]. Dengan data ini, dapat dikatakan bahwa Indonesia tak lama lagi akan mencapai *herd immunity*. Vaksin COVID-19 yang saat ini digunakan Indonesia sudah beragam jenis dan tipenya sehingga dapat menyesuaikan keadaan dari penerima vaksin. Penulis pada makalah ini akan mencoba untuk menjabarkan jenis vaksin yang dapat diberikan pada keadaan tertentu dengan menggunakan konsep pohon keputusan pada matematika diskrit.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf

Graf adalah struktur diskrit yang terdiri atas simpul (*vertices*) dan sisi (*edges*) yang menghubungkan simpul-simpul tersebut [3]. Graf digunakan untuk menggambarkan objek diskrit dan relasi antar objek. Simpul pada graf sebagai objek dan sisi antar simpul sebagai relasi. Graf dapat dituliskan dalam bentuk $G = (V, E)$, di mana G adalah graf, V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul, dan E adalah himpunan sisi graf. Sebagai contoh, graf pada Gambar 2 dapat dituliskan sebagai $G = (\{V_1, V_2, V_3, V_4\}, \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\})$.



Gambar 2. Graf (sumber: commons.wikimedia.org)

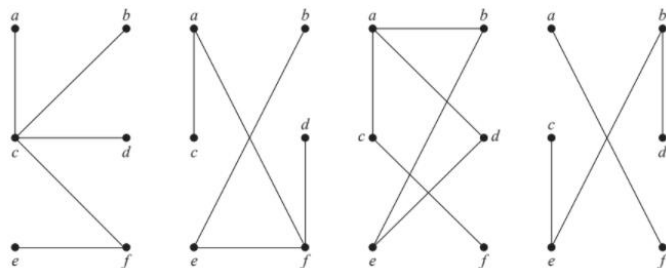
Terdapat beberapa terminologi pada graf, salah satunya adalah lintasan (*path*). Lintasan adalah rute dari simpul awal ke simpul tujuan. Salah satu lintasan pada Gambar 2 adalah lintasan dari V_1 ke V_4 melalui e_1, V_2, e_4 .

Terminologi lainnya pada graf adalah sirkuit. Sebuah graf dikatakan memiliki sirkuit apabila terdapat lintasan di mana simpul tujuan dapat dicapai dari simpul awal. Gambar 2 dapat dikatakan memiliki sirkuit karna terdapat lintasan di mana V_1 dapat dicapai dari V_1 .

Graf dapat disebut sebuah graf terhubung apabila setiap pasangan simpul V_a dan V_b dalam graf, terdapat lintasan yang menghubungkan keduanya. Gambar 2 adalah graf terhubung karna terdapat lintasan yang menghubungkan setiap simpul.

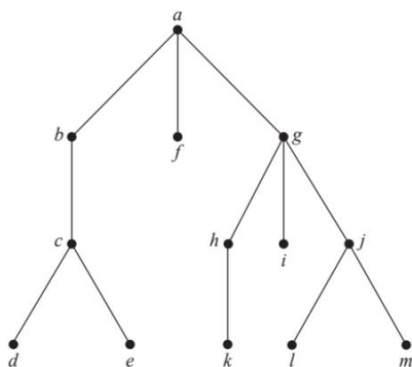
B. Pohon

Graf terhubung yang tidak mengandung sirkuit disebut pohon [3]. Gambar 3.a dan Gambar 3.b adalah pohon karena kedua gambar tersebut adalah graf terhubung dan tidak mengandung sirkuit di dalamnya. Sedangkan Gambar 3.c bukan pohon karena gambar tersebut adalah graf yang memiliki sirkuit dan Gambar 3.d bukan pohon karna gambar tersebut bukan graf terhubung.



Gambar 3. (a) Pohon, (b) Pohon, (c) Bukan Pohon, (d) Bukan Pohon (sumber: [3])

Salah satu aplikasi pohon adalah pohon berakar (*rooted tree*), di mana salah satu simpul pada pohon adalah dianggap sebagai akar (*root*) dan setiap sisi pada pohon menjauhi akar [3]. Pada Gambar 4, simpul a adalah akar dan sisi lainnya menjauhi a.



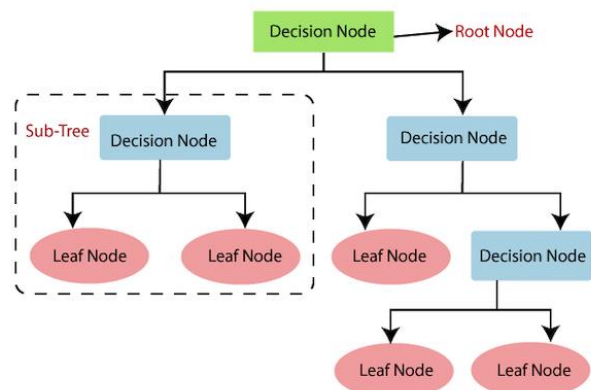
Gambar 4. Pohon Berakar (sumber: [3])

Pohon berakar memiliki beberapa terminologi, di antaranya:

1. Anak (*child*) dan Orangtua (*parent*), di mana *child* adalah keturunan dari *parent*, contohnya pada Gambar 4, simpul a adalah *parent* dan simpul b, f, g adalah *child*.
2. Lintasan (*path*), mirip seperti lintasan pada graf, lintasan pada pohon adalah rute dari suatu *parent* ke salah satu keturunannya, contohnya pada Gambar 4, lintasan dari simpul a ke simpul i adalah a, g, i.
3. Saudara Kandung (*sibling*), yaitu simpul yang memiliki *parent* yang sama, seperti contohnya pada Gambar 4, simpul d dan e adalah *sibling*.
4. Upapohon (*subtree*), salah satu bagian pohon yang *root*-nya bukan dari *root* awal, contohnya pada Gambar 4, simpul c, d, e adalah *subtree* dengan *root* c.
5. Derajat (*degree*) adalah jumlah *child* dari suatu simpul, contohnya pada Gambar 4, simpul a berderajat 3 karena memiliki 3 *child*, yaitu b, f, g.
6. Daun (*leaf*) adalah simpul pada pohon yang berderajat nol atau tidak memiliki *child*, contohnya pada Gambar 4, simpul f adalah daun.
7. Simpul dalam (*internal nodes*) adalah simpul pada pohon yang memiliki *child*, contohnya pada Gambar 4, b dan g adalah simpul dalam.
8. Aras (*level*) adalah tingkat kedalaman sebuah simpul dari akarnya, di mana akar memiliki aras 0.
9. Kedalaman (*depth*) adalah aras maksimum dari sebuah pohon, contohnya pada Gambar 4, pohon memiliki kedalaman 3.

Salah satu aplikasi pohon berakar yang akan digunakan pada makalah ini adalah pohon keputusan. Pohon keputusan adalah suatu pohon berakar yang sering diaplikasikan untuk mengambil keputusan dengan lebih mudah. Pohon keputusan adalah sebuah pohon berakar yang memenuhi:

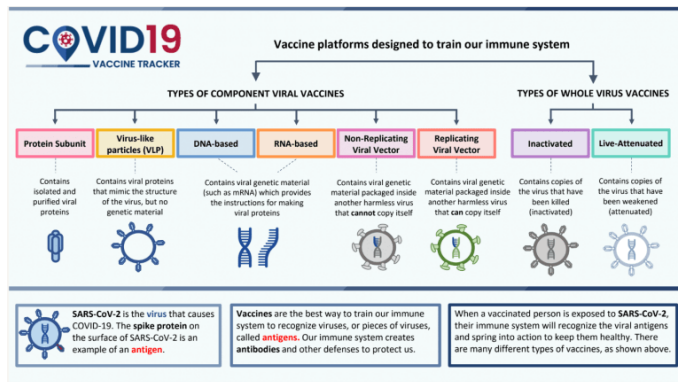
1. Simpul dalam merepresentasikan kondisi yang dievaluasi, pada Gambar 5 dituliskan sebagai *Decision Node*.
2. Semua sisi merepresentasikan hasil dari evaluasi pada simpul di atasnya.
3. Semua daun yang pada Gambar 5 dituliskan sebagai *Leaf Node* merepresentasikan keputusan yang akan diambil berdasarkan hasil evaluasi yang bermula dari *Root Node*.



Gambar 5. Pohon Keputusan (sumber: glints.com/id/lowongan/decision-tree-adalah/)

C. Vaksin dan Macam Tipenya

Vaksin adalah agen biologis yang melatih sistem imun tubuh untuk memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit tertentu. Vaksin akan merangsang respon imun untuk mengenali patogen (organisme penyebab penyakit) atau bagian dari patogen. Setelah sistem imun dilatih untuk mengenali patogen tersebut, jika nantinya tubuh terinfeksi oleh patogen tersebut, sistem imun akan dapat melawan patogen tersebut dan mengeluarkannya dari tubuh [4].



Gambar 6. Tipe-tipe Vaksin (sumber: covid19.trackvaccines.org/types-of-vaccines/)

Vaksin memiliki beberapa tipe dan cara kerja yang berbeda, tetapi tetap memiliki tujuan yang sama untuk melatih sistem imun tubuh. Beberapa tipe vaksin di antaranya:

1. Live attenuated

Vaksin tipe ini mengandung seluruh bakteri atau virus yang telah dilemahkan sehingga menimbulkan respon imun protektif, tetapi tidak menyebabkan penyakit pada orang sehat. Vaksin *live attenuated* cenderung menciptakan respons kekebalan yang kuat dan tahan lama. Namun, vaksin tipe ini mungkin tidak cocok untuk orang yang sistem imunnya tidak berfungsi karena virus atau bakteri yang lemah dalam beberapa kasus dapat berkembang biak terlalu banyak dan dapat menyebabkan penyakit pada kondisi tersebut.

2. Inactivated

Vaksin tipe ini mengandung seluruh bakteri atau virus yang telah dibunuh atau telah diubah sehingga tidak dapat melakukan replikasi. Vaksin *inactivated* tidak dapat menyebabkan penyakit pada orang yang divaksinasi, bahkan pada orang dengan sistem kekebalan yang sangat lemah karena vaksin ini tidak mengandung bakteri atau virus hidup. Namun, vaksin tipe ini tidak selalu menciptakan respons imun yang kuat atau tahan lama.

3. Protein subunit

Vaksin tipe ini tidak mengandung bakteri atau virus sama sekali. Sebaliknya, vaksin ini biasanya mengandung satu atau lebih antigen spesifik dari permukaan patogen. Keuntungan vaksin *protein subunit* adalah respons imun dapat berfokus pada pengenalan sejumlah kecil target antigen. Namun, vaksin ini tidak selalu menciptakan respons imun yang kuat atau tahan lama sehingga biasanya membutuhkan dosis *booster*.

4. Virus-like particle (VLP)

VLP menggunakan molekul yang sangat mirip dengan virus, tetapi tidak menular karena tidak mengandung materi genetik virus. VLP melakukan disintesis melalui ekspresi individu protein struktural virus, yang kemudian dapat merakit diri menjadi struktur seperti virus. Dalam beberapa kasus, antigen dalam vaksin VLP adalah protein struktural virus itu sendiri atau VLP dapat diproduksi untuk menyajikan antigen dari patogen lain di permukaannya, atau bahkan beberapa patogen sekaligus karena setiap VLP memiliki banyak salinan antigen di permukaannya, VLP lebih efektif dalam merangsang respons imun daripada satu salinan. Dalam beberapa kasus, protein struktural VLP dapat bertindak sebagai adjuvant, membantu memperkuat respons imun terhadap antigen target primer.

5. RNA-based vaccine

Vaksin tipe ini menggunakan mRNA (*messenger RNA*) di dalam membran lipid (lemak). Penutup lemak ini melindungi mRNA saat pertama kali memasuki tubuh dan membantunya masuk ke dalam sel dengan menyatu dengan membran sel. Setelah mRNA berada di dalam sel, sel menerjemahkannya menjadi protein antigen. Proses ini biasanya berlangsung beberapa hari, tetapi dalam waktu itu sel membuat antigen yang cukup untuk merangsang respon imun. Kemudian mRNA vaksin secara alami dipecah dan dikeluarkan oleh tubuh.

6. Replicating Viral Vector

Vaksin tipe ini mempertahankan kemampuan untuk membuat partikel virus baru bersamaan dengan pengiriman antigen vaksin. Seperti halnya vaksin *live attenuated*, vaksin ini memiliki keunggulan sebagai virus yang bereplikasi sehingga dapat menyediakan sumber antigen vaksin yang berkelanjutan selama periode waktu yang lama dibandingkan dengan vaksin yang tidak bereplikasi, dan kemungkinan besar akan menghasilkan respons imun yang lebih kuat. Satu dosis mungkin cukup untuk memberikan perlindungan. Meskipun demikian, karena masih terjadi replikasi virus, ada kemungkinan peningkatan efek samping dengan vaksin ini.

7. Non-Replicating Viral Vector

Vaksin tipe ini tidak mempertahankan kemampuan untuk membuat partikel virus baru selama proses pengiriman antigen vaksin ke sel. Hal ini terjadi karena gen virus kunci yang memungkinkan virus untuk bereplikasi telah dihapus. Vaksin ini tidak dapat menyebabkan penyakit dan efek samping yang terkait dengan replikasi vektor virus berkurang. Namun, antigen vaksin hanya dapat diproduksi selama vaksin awal tetap berada di sel yang terinfeksi (beberapa hari). Artinya respons imun umumnya lebih lemah dan dosis booster mungkin diperlukan.

III. PEMBAHASAN

A. Jenis Vaksin COVID-19 di Indonesia

Vaksin COVID-19 yang digunakan di Indonesia cukup beragam tipe vaksinnya. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) bertanggung jawab atas izin penggunaan jenis vaksin yang didistribusikan. Beberapa vaksin yang disetujui BPOM dan digunakan di Indonesia di antaranya [5]:

1. Sinovac

Vaksin Sinovac adalah vaksin Covid-19 pertama di Indonesia yang mendapat izin penggunaan darurat dari BPOM. EUA diterbitkan oleh BPOM pada hari Senin, 11 Januari 2021. Izin penggunaan darurat terhadap Sinovac diberikan setelah BPOM mengkaji hasil uji klinis tahap III vaksin yang dilakukan di Bandung. BPOM juga mengkaji hasil uji klinis vaksin Sinovac yang dilakukan di Turki dan Brasil. Dari hasil analisis terhadap uji klinis fase III di Bandung menunjukkan efikasi vaksin Covid-19 Sinovac sebesar 65,3 persen. Vaksin yang dikembangkan oleh Sinovac Research and Development Co.,Ltd ini diberikan dua dosis. Jumlah setiap dosisnya 0,5 ml, dengan interval minimal pemberian antar dosis adalah selama 28 hari. Efek samping vaksin Sinovac menurut BPOM antara lain: nyeri, iritasi, pembengkakan, nyeri otot, dan demam. Adapun efek samping vaksin Sinovac dengan derajat berat seperti sakit kepala, gangguan di kulit atau diare yang dilaporkan hanya sekitar 0,1 sampai dengan 1 persen.

2. AstraZeneca

BPOM mengeluarkan EUA untuk vaksin Covid-19 buatan perusahaan farmasi Inggris, AstraZeneca, pada 22 Februari 2021 dengan nomor EUA 2158100143A1. BPOM memberikan izin penggunaan darurat untuk AstraZeneca usai melakukan evaluasi bersama Komite Nasional Penilai Obat dan pihak lainnya. Vaksin Covid-19 yang dikembangkan oleh AstraZeneca dan University of Oxford ini memiliki efikasi sebesar 62,1 persen. Vaksin Covid-19 AstraZeneca ini diberikan secara intramuskular dengan dua kali penyuntikan. Setiap penyuntikan dosis yang diberikan sebesar 0,5 persen dengan interval minimal pemberian antar dosis yaitu 12 minggu. Efek samping vaksin Covid-19 Astrazeneca bersifat ringan dan sedang. Berikut efek samping vaksin AstraZeneca: nyeri, kemerahan, gatal, pembengkakan, kelelahan, sakit kepala, meriang, dan mual.

3. Sinopharm

BPOM mengeluarkan EUA untuk vaksin Covid-19 Sinopharm dengan nomor EUA 2159000143A2 pada 29 April 2021. Vaksin Covid-19 Sinopharm didistribusikan oleh PT Kimia Farma dengan platform inactivated virus atau virus yang dimatikan. Berdasarkan hasil evaluasi, pemberian vaksin sinopharm dua dosis dengan selang pemberian 21 hari menunjukkan profil keamanan yang dapat ditoleransi dengan baik. Hasil uji klinik fase III yang dilakukan oleh peneliti di Uni Emirates Arab (UAE) dengan

subjek sekitar 42 ribu menunjukkan efikasi vaksin Sinopharm sebesar 78 persen. Efek samping vaksin Sinopharm yang banyak dijumpai adalah efek samping lokal yang ringan. Di antaranya seperti berikut: nyeri atau kemerahan di tempat suntikan, efek samping sistemik berupa sakit kepala, nyeri otot, kelelahan, diare, dan batuk.

4. Moderna

Vaksin Covid-19 Moderna mendapat EUA dari BPOM pada Jumat, 2 Juli 2021. Berdasarkan data uji klinis fase ketiga menunjukkan efikasi vaksin Covid-19 Moderna sebesar 94,1 persen pada kelompok usia 18-65 tahun. Efikasi vaksin Moderna kemudian menurun menjadi 86,4 persen untuk usia di atas 65 tahun. Hasil uji klinis juga menyatakan vaksin Moderna aman untuk kelompok populasi masyarakat dengan komorbid atau penyakit penyerta. Komorbid yang dimaksud yakni penyakit paru kronis, jantung, obesitas berat, diabetes, penyakit lever hati, dan HIV. Beberapa efek samping yang paling sering dirasakan setelah suntik vaksin Covid-19 Moderna adalah nyeri (di tempat suntikan), kelelahan, nyeri otot, nyeri sendi, dan pusing. Sementara itu, potensi gejala umum atau moderat yang muncul dapat berupa lemas, sakit kepala, menggigil, demam, dan mual.

5. Pfizer

BPOM kembali menerbitkan EUA untuk vaksin Covid-19 Pfizer pada 15 Juli 2021. Data uji klinik fase III menunjukkan efikasi vaksin yang dikembangkan oleh Pfizer Inc. dan BioNTech ini sebesar 100 persen pada usia remaja 12-15 tahun, kemudian menurun menjadi 95,5 persen pada usia 16 tahun ke atas. Beberapa kajian menunjukkan keamanan vaksin Covid-19 Pfizer ini dapat ditoleransi pada semua kelompok usia. Vaksin Covid-19 Pfizer diberikan secara intramuskular dengan dua kali penyuntikan. Setiap penyuntikan dosis yang diberikan sebesar 0,3 ml dengan interval minimal pemberian antar dosis yaitu 21-28 hari. Untuk efek samping pasca-vaksinasi, sebagian besar cenderung bersifat ringan. Berikut beberapa efek samping vaksin Pfizer yang umum dilaporkan: nyeri badan di tempat bekas suntikan, kelelahan, nyeri kepala, nyeri otot, nyeri sendi, dan demam.

6. Sputnik V

BPOM menerbitkan EUA untuk vaksin Covid-19 Sputnik V pada Selasa, 24 Agustus 2021. Vaksin Covid-19 Sputnik V digunakan untuk kelompok usia 18 tahun ke atas. Vaksin Covid-19 Sputnik V ini diberikan secara injeksi intramuscular dengan dosis 0,5 mL untuk 2 kali penyuntikan dalam rentang waktu 3 minggu. Vaksin Covid-19 Sputnik V dikembangkan oleh The Gamaleya National Center of Epidemiology and Microbiology di Russia ini menggunakan platform Non-Replicating Viral Vector (Ad26-S dan Ad5-S). Berdasarkan hasil kajian terkait dengan keamanannya, efek samping dari penggunaan vaksin Covid-19 Sputnik V merupakan efek samping dengan tingkat

keparahan ringan atau sedang seperti flu yang ditandai dengan demam, menggigil, nyeri sendi, nyeri otot, badan lemas, ketidaknyamanan, sakit kepala, hipertermia, atau reaksi lokal pada lokasi injeksi. Sementara untuk efikasinya, data uji klinik fase 3 menunjukkan vaksin Covid-19 Sputnik V memberikan efikasi sebesar 91,6 persen dengan rentang confidence interval 85,6 persen- 95,2 persen..

7. *Janssen*

BPOM mengumumkan EUA terhadap vaksin Covid-19 yang diproduksi Johnson & Johnson, yaitu Janssen Covid-19 Vaccine. Izin penggunaan darurat untuk vaksin Janssen diumumkan BPOM pada 7 September 2021. Vaksin Covid-19 Janssen digunakan untuk kelompok usia 18 tahun ke atas dengan pemberian sekali suntikan atau dosis tunggal sebanyak 0,5 mL secara intramuscular. Janssen adalah vaksin yang dikembangkan oleh Janssen Pharmaceutical Companies dengan platform Non-Replicating Viral Vector menggunakan vector Adenovirus (Ad26). Dalam hal efikasi, berdasarkan data interim studi klinik fase 3 pada 28 hari setelah pelaksanaan vaksinasi, efikasi vaksin Janssen untuk mencegah semua gejala Covid-19 adalah sebesar 67,2 persen. Kemudian efikasi untuk mencegah gejala Covid-19 sedang hingga berat pada subjek di atas 18 tahun adalah sebesar 66,1 persen. Reaksi lokal maupun sistemik dari pemberian vaksin Janssen Covid-19 menunjukkan tingkat keparahan grade 1 dan 2.

8. *Convidecia*

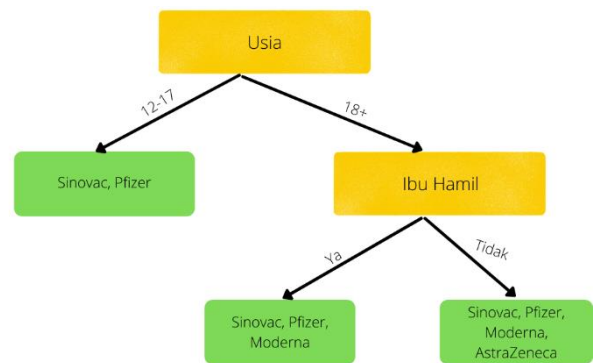
EUA terhadap vaksin Covid-19 yang diproduksi CanSino, yaitu Convidecia diumumkan bersamaan dengan vaksin Janssen yaitu pada 7 September 2021. Vaksin Convidecia merupakan vaksin yang dikembangkan oleh CanSino Biological Inc. dan Beijing Institute of Biotechnology juga dengan platform Non-Replicating Viral Vector menggunakan vector Adenovirus (Ad5). Sama seperti Janssen, vaksin Covid-19 Convidecia juga digunakan untuk kelompok usia 18 tahun ke atas dengan pemberian sekali suntikan atau dosis tunggal sebanyak 0,5 mL secara intramuscular. Efikasi vaksin Convidecia untuk perlindungan pada semua gejala Covid-19 adalah sebesar 65,3 persen. Untuk perlindungan terhadap kasus Covid-19 berat, efikasi mencapai 90,1 persen. Dari hasil kajian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dari sisi keamanan, secara umum pemberian vaksin Convidecia dapat ditoleransi dengan baik. Seperti Janssen, reaksi lokal maupun sistemik dari pemberian vaksin Convidecia menunjukkan tingkat keparahan grade 1 dan 2. KIPi dari pemberian vaksin Convidecia juga menunjukkan reaksi ringan hingga sedang. KIPi lokal yang umum terjadi, antara lain adalah nyeri, kemerahan, dan pembengkakan, serta KIPi sistemik yang umum terjadi adalah sakit kepala, rasa lelah, nyeri otot, mengantuk, mual, muntah, demam dan diare.

9. *Zivifax*

Pada 7 Oktober 2021, Badan Pengawasan Obat dan Makanan atau BPOM merilis izin penggunaan darurat atau EUA untuk vaksin Covid-19 Zivifax. Berdasar keterangan resmi di situs Badan POM, Zivifax adalah vaksin Covid-19 yang dikembangkan dan diproduksi oleh Anhui Zhifei Longcom Biopharmaceutical dengan platform rekombinan protein sub-unit. Vaksin ini diberikan secara intramuskular dengan tiga kali penyuntikan. Setiap penyuntikan dosis yang diberikan sebesar 0,5 ml dengan interval minimal pemberian antar dosis yaitu 1 bulan. Efek samping vaksin ini antara lain nyeri pada are suntikan, sakit kepala, kelelahan, demam, nyeri otot (myalgia), batuk, mual (nausea), dan diare dengan tingkat keparahan grade 1 dan 2.

B. Hasil Pohon Keputusan

Semua vaksin Covid-19 memberikan perlindungan yang sama terhadap risiko kesehatan akibat covid-19. Akan tetapi, terdapat beberapa vaksin yang disarankan World Health Organization (WHO) secara global. Vaksin tersebut yang sekaligus disetujui oleh BPOM adalah vaksin Sinovac, Pfizer, Moderna, dan AstraZeneca. Maka dari itu, penulis merancang pohon keputusan untuk 4 vaksin tersebut. Untuk evaluasi *decision node*, penulis menggunakan syarat usia dan syarat kondisi kehamilan seseorang yang akan mendapat vaksin di Indonesia. Pohon keputusan yang terbentuk adalah pada Gambar 7.



Gambar 7. Pohon Keputusan Jenis Vaksin

IV. KESIMPULAN

Dengan menggunakan konsep matematika diskrit, yaitu pohon keputusan, dapat dibuat sebuah pohon keputusan untuk memilih jenis vaksin COVID-19 berdasarkan syarat kondisi penerimanya. Bagi calon penerima vaksin yang berusia antara 12-17 tahun, disarankan untuk menerima vaksin Sinovac atau vaksin Pfizer. Lalu untuk calon penerima vaksin yang berusia di 18 tahun ke atas, jika bukan seorang ibu hamil, dapat menerima vaksin Sinovac, Pfizer, Moderna, dan AstraZeneca, sedangkan jika calon penerima adalah ibu hamil, dapat menerima ketiga vaksin tersebut kecuali AstraZeneca. Dengan hasil ini, penulis harap bagi masyarakat Indonesia yang belum menerima vaksin agar dapat segera divaksin dan Indonesia dapat mencapai *herd immunity*.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih khususnya kepada dosen K1, Bapak Rinaldi Munir yang sudah menyalurkan ilmunya kepada saya dan teman-teman kelas K1. Lalu, penulis ingin berterima kasih juga kepada seluruh tim pengajar dan tim asisten IF2120 Matematika Diskrit. Cukup sekian dan penulis harap makalah ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

REFERENSI

- [1] World Health Organization. 2021. *Coronavirus disease (COVID-19)*. URL: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus>. Diakses pada tanggal 11 Desember 2021.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. *Vaksinasi COVID-19 Nasional*. URL: <https://vaksin.kemkes.go.id/#/vaccines>. Diakses pada tanggal 11 Desember 2021.
- [3] Rosen, K.H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Applications*, 7th ed, McGraw-Hill.
- [4] Oxford Vaccine Group. 2020. *Types of Vaccine*. URL: <https://vk.ovg.ox.ac.uk/vk/types-of-vaccine>. Diakses pada tanggal 13 Desember 2021.
- [5] McGill COVID19 Vaccine Tracker Team. 2021. *COVID-19 Vaccine Tracker*. URL: <https://covid19.trackvaccines.org/>. Diakses pada tanggal 14 Desember 2021.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Jakarta, 14 Desember 2021



Taufan Fajarama Putrawansyah Ruslanali
NIM 13520031